



中國電子學會
Chinese Institute of Electronics

中国数据中心可再生能源应用 发展报告（2020）

中国电子学会（2020年12月）

支持单位：世界自然基金会（瑞士）北京代表处 / 深圳市一个地球自然基金会

封面图片版权：© McDonald Mirabile / WWF-US

战略合作伙伴
STRATEGIC
PARTNERS



ONE PLANET
一个地球

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

前言

2020年9月22日，在第七十五届联合国大会期间，中国国家主席习近平宣布，中国将提高国家自主贡献度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。这一气候雄心展现了中国对于气候变化议题的责任担当，也对包括企业在内的社会各界提出了新的要求。

数据中心作为一个用能快速增长的行业，其能源消耗和绿色发展进程正在不断获得社会关注。2019年，全国数据中心行业耗电总量约为600亿-700亿千瓦时左右，约占全国全社会用电量的0.8%~1%。随着信息化时代的深入，初步估计2030年中国数据中心的总能源消耗量预计将在2019年基础上翻一番，达到社会总用电量的1.5%到2%左右。

面对不断增长的能源消耗，如何通过使用可再生能源来赋能数据中心发展，加快数据中心整体转型，将是关系数据中心行业可持续发展的重要议题。

鉴于此，世界自然基金会、一个地球自然基金会联合中国电子学会，共同编制《中国数据中心可再生能源应用发展报告》，希望进一步探讨基于中国数据中心的能耗情况，企业在可再生能源应用方面可以采取的途径，未来政策、市场发展情况对数据中心行业的影响，以及数据中心可再生能源应用的未来发展趋势，为数据中心的低碳可持续发展提供更为清晰的路线图。

因为电力自身特性，企业在随电费缴纳可再生能源附加费以后，可以视为一定程度上非主动采购使用或间接使用可再生能源电力。但本报告仅涉及主动采购使用或直接应用可再生能源电力，特此说明。

编写委员会

主编：郭丰、吴越、王娟

成员：徐国新、王卫权、张娇阳、袁慈航、刘倩、楼诚、乔天、梁修培、张玲、唐戈、
刘治国、赵晓琳、李建、马丽芳、于洋、李勇、邱辰、殷仁鹏（排名不分先后）
（实习生秦培鑫、郭旭、赵萌、刘冠宏也为本报告的编写做出了贡献）

鸣 谢

（排名不分先后）

水电水利规划设计总院

中国能源研究会可再生能源专业委员会

西门子（中国）有限公司

波士顿咨询有限公司

秦淮数据集团

万国数据服务有限公司

腾讯云计算（北京）有限公司

目录 contents

一、报告编制背景 ····· 6

- （一）中国数据中心行业能源使用总量现状及未来发展趋势的分析 ····· 6
- （二）进一步推动中国数据中心行业扩大应用可再生能源应用的重要性 ····· 6
- （三）中国鼓励数据中心应用可再生能源相关政策 ····· 8
- （四）数据中心应用可再生能源的社会关注 ····· 8

二、可再生能源的概念及发展趋势 ····· 9

- （一）可再生能源的概念 ····· 9
- （二）可再生能源的发展趋势 ····· 10
- （三）可再生能源的应用方式 ····· 11

三、中国数据中心行业应用可再生能源的现实情况及典型案例 ····· 11

四、中国数据中心行业直接应用可再生能源主要模式未来发展趋势 ····· 15

- （一）市场化交易直接采购可再生能源电力 ····· 15
- （二）绿色电力证书 ····· 18
- （三）分布式可再生能源电站 ····· 19

五、中国数据中心行业进一步扩大可再生能源应用面临的问题 ····· 20

- （一）数据中心行业对扩大可再生能源应用重视程度有所不足 ····· 20
- （二）可再生能源使用量认定机制尚不完善 ····· 21
- （三）可再生能源发电企业参与电力交易积极性波动较大 ····· 21

六、对推动中国数据中心进一步扩大可再生能源应用的政策建议 ····· 21

- （一）做好顶层设计，完善支持政策 ····· 21
- （二）积极探索中国特色的购电协议制度 ····· 21
- （三）适当创新绿证交易制度 ····· 22

七、对中国数据中心行业进一步扩大可再生能源应用的对策建议 ····· 22

- （一）积极参与可再生能源电力市场实践 ····· 22
- （二）积极推动可再生能源应用政策制定 ····· 22
- （三）积极谋划投资平价可再生能源项目 ····· 22

八、中国数据中心行业应用可再生能源情况未来展望 ····· 23

- （一）国家政策的进一步推动 ····· 23
- （二）企业社会责任的进一步重视 ····· 23
- （三）可再生能源应用便利性的进一步提高 ····· 23
- （四）数据中心行业可再生能源应用规模的进一步扩大 ····· 23

附表 1 2019 年分布式发电市场化交易试点名单 ····· 24

一、报告编制背景

（一）中国数据中心行业能源使用总量现状及未来发展趋势的分析

互联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息通信技术已成为人类生产生活方式的一部分。为储存和运算处理由此所产生的海量数据，数据中心^[1]的数量和装机规模不断扩大。据报道，2019年中国已拥有各类大中小型微型数据中心约7.4万个，机架总规模约227万架^[2]。据分析，由此产生的用电量约为600亿~700亿千瓦时左右^[3]，相当于全国全社会用电量的0.8%~1%^[4]。

普遍预测中国的数据规模将会随着经济的发展保持持续增长。到2030年，数据总规模有可能达到4YB^[2]。预计届时中国数据中心机架总规模将在2019年基础上增长1-2倍，能源消耗量也将在2019年基础上翻一番，达到社会总用电量的1.5%到2%左右^[3]。

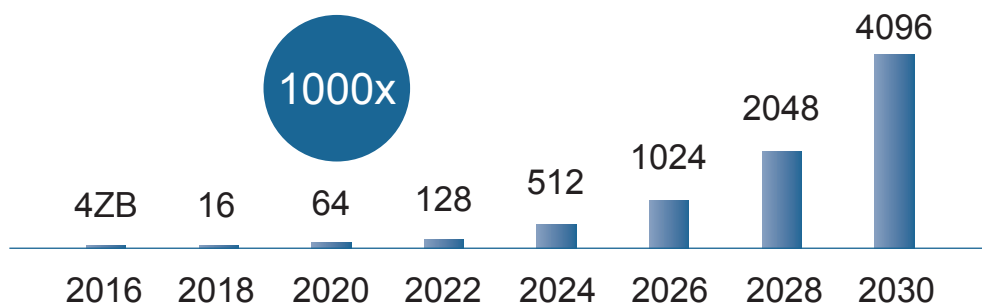


图1 中国数据规模增长预测^[2]

（二）进一步推动中国数据中心行业扩大应用可再生能源应用的重要性

1、国家“碳中和”目标

2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话。明确提出“应对气候变化《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向，是保护地球家园需要采

^[1] 本报告所提及“数据中心”指由计算机场地（机房）、其他基础设施、信息系统软硬件、信息资源（数据）和人员以及相应的管理制度组成的实体。（GB/T32910.3）

^[2] 聚焦“新基建” | 大数据中心将成为国家竞争力新内涵，www.thepaper.cn/newsDetail_forward_6472851

^[3] 中国电子学会，《中国绿色数据中心发展报告（2020）》

^[4] 国家能源局，2019年全国电力工业统计数据

取的最低限度行动，各国必须迈出决定性步伐。中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。各国要树立创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，抓住新一轮科技革命和产业变革的历史性机遇，推动疫情后世界经济“绿色复苏”，汇聚起可持续发展的强大合力”。

由此可见，降低排放、应对气候变化已经成为社会的共识和国家发展的目标。数据中心行业应顺应这一发展趋势，为进一步扩大对可再生能源的利用做出准备，以逐步建立并实现自身的“碳中和”目标。

2、企业社会责任的体现

为应对气候变化，抵消数据中心能源消耗快速增长对环境的不良影响，国际上科技企业纷纷开始倡导使用可再生能源为数据中心供电。截至 2020 年 10 月，已有 Facebook、苹果、谷歌、Rackspace、微软、Equinix、慧与科技^[5]等 33 家科技企业及数据中心服务商^[6]先后承诺将 100% 使用可再生能源，并为自己设置了中期与远期目标。部分企业已提前或超额实现目标。如 Facebook 在 2019 年已经实现可再生能源总电力占比达到 86%^[7]，计划 2020 年前 100% 使用可再生能源。微软于 2017 年实现了 50% 的目标、在 2019 年底达成了 60% 的目标，并计划于 2023 年实现 70% 的可再生能源利用率。第三方数据中心运营商 Equinix 在 2016 年达成了采购 50% 可再生能源电力的中期目标，2019 年可再生能源使用已超过 90%，其在全球 220+ 个数据中心中已有 165 个实现了 100% 可再生能源发电^[8]。2019 年，秦淮数据集团成为中国首家提出 100% 可再生能源目标的数字经济企业^[9]。

由此可见，数据中心行业向应用可再生能源转型已成为企业社会责任的重要体现，也是国际市场的发展趋势。中国数据中心行业的企业在拓展国际业务时，如能展现其对可再生能源的重视程度，以及不断加强可再生能源应用比例的意愿和规划，将有助于得到海外投资人与用户的更多青睐。

^[5] 慧与科技 (Hewlett Packard Enterprise) 是原惠普公司于 2015 年分拆而形成的独立公司之一，专注云端及服务器等企业软硬件解决方案

^[6] RE100 倡议官网 . www.there100.org/re100-members

^[7] Facebook Sustainability Report 2019. sustainability.fb.com/report-pages/renewable-energy/

^[8] Equinix 官网 (2020 年 11 月) .www.equinix.co.uk/

^[9] 中国新闻网 .www.chinanews.com/business/2019/12-27/9045115.shtml

（三）中国鼓励数据中心应用可再生能源相关政策

中国先后出台了对数据中心应用可再生能源的相关鼓励政策。2019年2月，工业和信息化部、国家机关事务管理局与国家能源局联合发布了《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》（工信部联节〔2019〕24号），明确提出“鼓励在自有场所建设可再生能源发电等清洁能源利用系统；鼓励数据中心直接与可再生能源发电企业开展电力交易，购买可再生能源绿色电力证书”。在工业和信息化部发布的《关于组织申报2019年度国家新型工业化产业示范基地的通知》中明确提出“支持数据中心采用水电、风电、太阳能等绿色可再生能源”。

为进一步推动数据中心应用可再生能源规模的扩大，工业和信息化部联合发展改革委、商务部、国家机关事务管理局、中国银行保险监督管理委员会、国家能源局联合发出的《关于组织开展国家绿色数据中心（2020年）推荐工作的通知》（工信厅联节函〔2020〕183号）中，设置了“可再生能源使用比率”评分项以及“可再生能源电力消纳及绿色电力证书消费”加分项。对于可再生能源使用的认定涵盖了直接购买并应用可再生能源电力、在中国绿色电力证书认购平台上认购绿色电力证书代表电量、应用自建分布式可再生能源电站所发电力等方式。可再生能源的使用纳入国家层面的绿色数据中心评价指标体系说明国家相关主管部门已经充分认识到可再生能源应用对于推动数据中心绿色发展的重要性。已经在引导、鼓励数据中心行业进一步扩大对可再生能源的应用。

（四）数据中心应用可再生能源的社会关注

数据中心行业能源消耗问题逐步得到全世界的关注。美国劳伦斯伯克利国家实验室先后于2007年、2016年、2020年联合斯坦福大学、美国西北大学等机构就数据中心的能源消耗问题发布研究报告。国内也有多家组织发布对国内数据中心行业能源消耗问题的分析报告。节能减排问题成为行业共同关心的话题。

为推动绿色可持续发展，非政府组织纷纷呼吁推动数据中心低碳转型。国际上，由世界资源研究所(WRI)、落基山研究所(RMI)、企业可再生能源中心(BRC)与世界自然基金会(WWF)联合发起的可再生能源买家联盟(REBA)旨在帮助用电企业通过多种方式购买可再生能源，而旗下的“互联网电力的未来”(The Future of Internet Power)合作倡议重点聚焦数据中心企业。合作倡议最早于2012年由非营利组织商务社会责任国际协会(BSR)发起，目标将数据中心企业聚集一起，共同应对可再生能源应用过程中的潜在挑战。自成立以来，该倡议开发了一套《企业数据中心托管和云服务买家原则》(Corporate

Colocation and Cloud Buyers' Principles），归纳总结了用户希望他们的数据中心服务供应商能够满足的六条标准，例如提供用户能源能耗数据、公开披露设施用能来源信息以及支持可再生能源倡议行动等。用户根据这些原则选择符合标准的数据中心服务供应商，以便更好地实现自身的可持续发展目标。该倡议得到了超过 20 家企业的支持与相应，包括自有数据中心的科技企业（如：Adobe, eBay 和 Facebook）及第三方数据中心服务企业（如：Digital Realty 和 Iron Mountain）^[10]。

在中国，包括世界自然基金会（WWF）以及绿色和平组织（Greenpeace）在内的 NGO 也在积极倡导协助中国的数据中心企业参与绿色电力消费。自 2019 年起，WWF 创建并开展“企业绿色电力需求行动”项目，帮助企业在中国实施可再生能源采购项目，推动适宜可再生能源市场化交易的政策落地以及建立企业买家与利益相关方的广泛沟通。项目通过制定绿色电力采购买家原则、买家评估工具以及采购课程等方式帮助参与企业了解绿电采购面临的政策趋势、市场环境，并推动企业内部制度和协调机制的建立，以提升企业进行可再生能源采购所需要的综合能力。绿色和平组织（Greenpeace）联合华北电力大学共同发布了《绿色云端 2020：中国互联网云服务企业可再生能源表现排行榜》，基于公开信息，从能源数据透明度、可再生能源表现、节能减碳表现、影响力四个维度对中国 15 家领先的互联网云服务与第三方数据中心企业进行综合评分^[11]。梳理了中国十五家领先的互联网云服务与第三方数据中心企业应对气候变化、向 100% 可再生能源转型的行动力。

二、可再生能源的概念及发展趋势

（一）可再生能源的概念

可再生能源是指在自然界中可以不断再生、永续利用、取之不尽、用之不竭的资源，它对环境无害或危害极小，而且资源分布广泛，适宜就地开发利用。可再生能源主要包括太阳能、风能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等^[12]。对于由可再生能源转化为的电能，称为可再生能源电力。如风电、光伏发电、光热发电、生物质发电等。通常也约定俗成称

^[10] Future of Internet Power 项目介绍 . rebuyers.org/programs/education-engagement/future-of-internet-power-foip/

^[11] 绿色和平组织官网 . www.greenpeace.org.cn/clean-cloud-2020-release/

^[12] 国家能源局网站 . www.nea.gov.cn/2011-10/10/c_131182257.htm

为可再生能源。本报告所讨论的可再生能源也属于该种概念范畴。

（二）可再生能源的发展趋势

中国的可再生能源已经得到了长足的发展。国家能源局发布的《2019 年度全国可再生能源电力发展监测评价报告》^[13] 显示，截至 2019 年底，全国风电装机 2.1 亿千瓦，光伏发电装机 2.04 亿千瓦，生物质发电装机 2254 万千瓦。2019 年全国风电发电量 4057 亿千瓦时，占全部发电量的 5.5%，光伏发电量 2243 亿千瓦时，占全部发电量的 3.1%，生物质发电量 1111 亿千瓦时，占全部发电量的 1.5%。2019 年，全国非水电可再生能源电力消纳量为 7388 亿千瓦时，占全社会用电量比重为 10.2%，同比提高 1 个百分点。

近年来，中国的可再生能源电力市场交易日趋活跃，交易量不断扩大。据不完全统计，2019 年可再生能源省间交易电量为 879.8kWh，同比增长 21.8%，其中，“三北”地区可再生能源省间交易电量 633 亿 kWh，同比增长 31.5%，占新能源省间交易电量的 72%。国家发展改革委、国家能源局于 2020 年联合印发了《关于各省级行政区域 2020 年可再生能源电力消纳责任权重的通知》（以下简称通知），《通知》明确了各省（区、市）2020 年可再生能源电力消纳总量责任权重、非水电责任权重的最低值和激励值^[14]。但是中东部省份因为土地等限制因素，本地新能源供应将不能满足需求。可以预见，通过电力交易

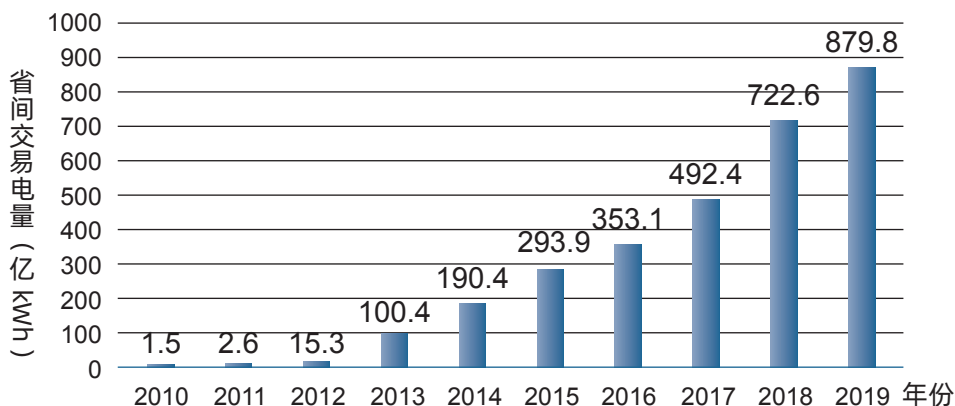


图 2 2010-2019 年新能源跨省区交易电量

^[13] 国家能源局关于 2019 年度全国可再生能源电力发展监测评价的通报（国能发新能〔2020〕31 号）。zfxxgk.nea.gov.cn/2020-05/06/c_139059627.htm

^[14] 国家能源局网站。www.nea.gov.cn/2020-06/01/c_139105250.htm

的形式从“三北地区”输入可再生能源电量将持续增加，且增长幅度会超过以前。

据核算，2019年，我国陆上风电度电成本约0.315 ~ 0.565元/kWh，平均度电成本0.393元/kWh。光伏发电度电成本约0.290 ~ 0.800元/kWh，平局度电成本为0.389元/kWh。据预计，2020年我国陆上风电平均度电成本为0.287 ~ 0.539元/kWh，光伏度电成本为0.245 ~ 0.512元/kWh。预计到2025年，我国陆上风电平均度电成本0.241 ~ 0.447元/kWh，光伏度电成本为0.220 ~ 0.462元/kWh，部分地区已经与燃煤基准电价接近甚至低于燃煤电价^[15]。随着发电成本的不断下降，未来可再生能源的交易价格可期。

（三）可再生能源的应用方式

为了应用电能，人类逐步建立并完善了公共电网设施，以匹配电能的特性。但各种形式产生的电能均以统一的能量形式共同接入公共电网后，我们在应用电能时无法直接区分所使用电能的来源。这使得对于可再生能源的使用上具备多种形式。

数据中心具有用电负荷稳定，有利于可再生能源消纳的优点。应用可再生能源目前有通过分布式可再生能源电站直接使用可再生能源电力、通过电力市场与可再生能源企业交易等多种直接应用形式以及与其他来源电能混用的间接应用形式。

三、中国数据中心行业应用可再生能源的现实情况及典型案例

中国数据中心行业一直在根据实际情况积极应用可再生能源电力。如阿里巴巴、腾讯、百度等互联网企业，秦淮数据集团、万国数据服务有限公司等数据中心建设运营企业为实现规模应用可再生能源电力已经在市场化交易直接采购可再生能源电力、自建分布式可再生能源电站等方式进行了积极地探索。

秦淮数据集团案例：秦淮数据集团坚持“能源流”、“业务流”、“数据流”三流合一理念，在打造超大规模数据中心产业生态发展进程中，注重综合能源服务能力、装备制造能力、一级开发能力和全栈周期服务能力的建设。在能源流富集区域，秦淮数据集团利用超大规模数据中心稳定、大量的能源需求特征，从需求侧为可再生能源发电企业释放发电能力、挖掘成本优势提供动力，带动地方政府能源改革，如在张家口地区参与的“四方

^[15] 国网能源研究院有限公司.《中国新能源发电分析报告 2020》

协作交易机制”和山西省“战略性新兴产业电价机制实施方案”等；同时与地方一同寻求适配数据中心和战略新兴产业发展相适宜的用电模式，促进可再生能源的本地消纳比例，变输能源为输算力。^[16]

2017年，秦淮数据集团在选址阶段开始选择风能、太阳能等可再生能源富集的区域。2019年，秦淮数据集团新一代超大规模数据中心风能、太阳能等可再生能源使用比例为37%，其中2019年其太行山能源信息技术产业基地可再生能源使用比例达100%，2019年上半年其官厅湖大数据产业基地累计可再生能源使用比例达56%，其中1月、4月可再生能源比例达100%。^[17]

同时，秦淮数据集团也积极探索企业充分参与可再生能源改革的路径，参与电站开发，寻求清洁能源投资，打通“发-输-用”零碳数据中心100%清洁能源本地供应及消纳。其位于山西大同的新一代超大规模数据中心已应用当地风电和光伏等可再生能源。



图3 秦淮数据集团环首都·太行山能源信息技术产业基地

万国数据服务有限公司案例：自2019年开始，万国数据服务有限公司张北数据中心已规模化应用风电，另外在上海外高桥园区上海三号数据中心，万国结合数据中心南立面

^[16] 内容由秦淮数据集团提供。

^[17] 数据由秦淮数据集团提供。

无窗特点，设计规划了数据中心行业内最大的太阳能墙。每年可减少消耗传统火电 9 万千瓦时，相当于减少二氧化碳排放 63.3 吨^[18]。另外在政策层面万国数据服务有限公司也在积极跟进包括可再生能源配额制、增量配电网，分布式发电交易、微电网等在内的可再生能源政策的走向，探索绿色能源 + 数据中心的产业模式，努力提升数据中心的绿色属性^[19]

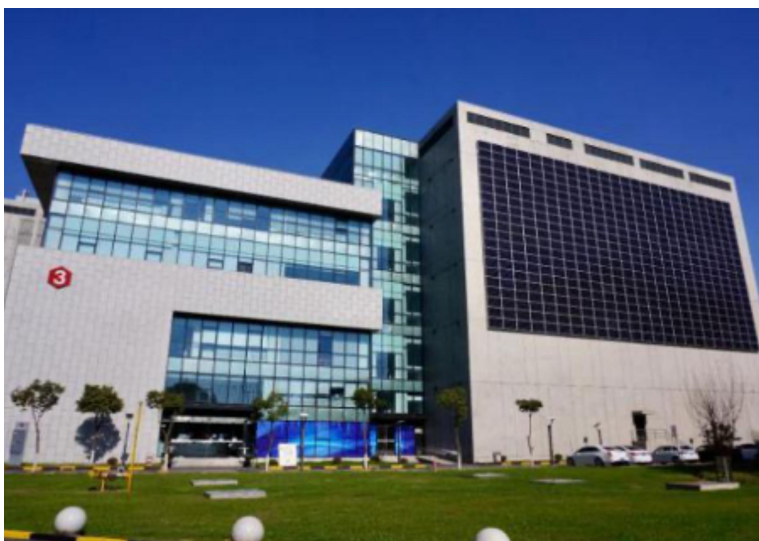


图 4 上海三号数据中心太阳能墙

腾讯云计算（北京）有限公司案例：腾讯清远清新云计算数据中心分布式光伏项目，位于广东省清远市，平均海拔 33m。清远地区历史极端低温 1℃，极端高温 +38.7℃。园区内共有 8 栋单层库数据中心，每栋厂房屋顶面积总计约 12000 平方米。整体规划共采用 450W 单晶硅组件，总装机容量为约 13MW_p。光伏组件沿 TPO 屋面平铺安装，直流电经逆变器逆变后，变压器升压接入数据中心厂房配电室。电站采用“自发自用、余电上网”的并网方式。清远地区年峰值日照小时数为 1191.3h，系统效率设计理论值 80% 左右，单栋厂房屋面年均发电量约 150 万 kWh，设计使用年限内年均发电量约 1200 万 kWh。

腾讯仪征东升云计算数据中心分布式光伏项目，位于江苏省仪征市，平均海拔 4m。仪征地区历史极端低温 -13.1℃，极端高温 +39.7℃。园区内共有 8 栋单层库数据中心，

^[18] 数据由万国数据服务有限公司提供。

^[19] 内容由万国数据服务有限公司提供。



图 5 腾讯清远清新云计算数据中心分布式光伏项目效果图

每栋厂房屋顶面积约 12000 平方米。整体规划共采用 450W 单晶硅组件，总装机容量约 13MW_p，中压并网。光伏组件沿 TPO 屋面平铺安装，直流电经逆变器逆变后，变压器升压接入数据中心厂房配电室。电站采用“自发自用、余电上网”的并网方式。仪征地区年峰值日照小时数为 1224.1h，系统效率设计理论值 80% 左右，单栋厂房屋面年均发电量约 149 万 kWh，设计使用年限内年均发电量约 1200 万 kWh。



图 6 腾讯仪征东升云计算数据中心分布式光伏项目效果图

除以上两个园区外，腾讯在其他适宜采用分布式光伏技术的项目上，也在积极推动试点工作，计划未来几年总容量突破 100 MW_p。^[20]

^[20] 数据及资料由腾讯公司提供。

四、中国数据中心行业直接应用可再生能源主要模式未来发展趋势

对于数据中心行业来讲，直接应用可再生能源目前主要有通过市场化交易直接采购可再生能源电力、绿色电力证书、就近应用分布式可再生能源电站所发可再生能源电力等三种形式。

（一）市场化交易直接采购可再生能源电力

通过电力市场直接采购可再生能源电力是指电力用户直接与可再生能源电力企业或售电公司进行交易采购可再生能源电量。国家相关主管部门正在探索建立和完善相关交易制度。目前根据交易区域分为省间市场化交易和省内市场化交易方式，根据结算周期分为中长期交易和现货市场，根据成交方式分为双边协商、集中撮合和集中竞价等方式，根据交易频次分为年度交易、季度交易、月度交易和日前交易等方式。交易量也不断增长。如 2019 年，由可再生能源发电企业与电力大用户通过电力交易平台进行交易的中长期交易（即“大用户直购电”），以及可再生能源与火电发电权交易组成的可再生能源省内市场化交易电量合计达 571 亿 kWh，同比增长 34%。^[21]

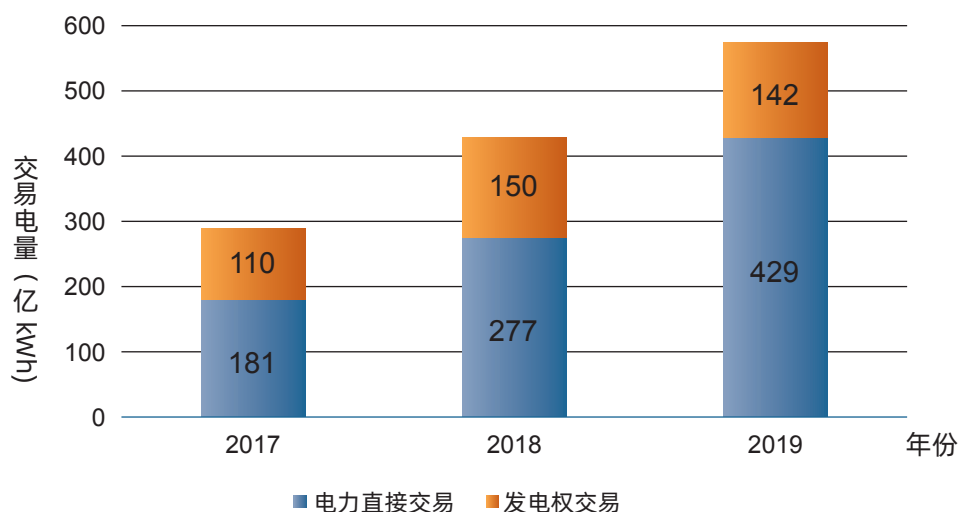


图 7 2017-2019 年新能源省内市场化交易电量

可再生能源交易量的上升，推动电力交易市场加快建设。2019 年，国家相关主管部门先后出台多项电力市场建设政策文件（表 2）。如现货交易可以更好地匹配新能源实际

^[21] 数据由中国能源研究会可再生能源专业委员会提供。

发电能力，是中长期交易的重要补充。部分电力现货市场试点省份正在开展可再生能源参与现货市场的探索。

表 1 近期电力市场建设政策文件

文件名称	主要内容
《关于全面放开经营性电力用户发用电计划的通知》 (发改运行[2019]1105号)	一方面明确全面放开经营性电力用户发用电计划的范围、原则和保障措施。除城乡居民生活用电、公共服务及管理组织、农林牧渔等行业电力用户以及电力生产所必需的厂用电和线损之外，其他大工业和一般工商业电力用户原则上均属于经营性电力用户范畴，均应该全面放开。另一方面继续完善优先发电优先购电制度。要求进一步落实规范优先发电、优先购电管理有关要求，加强分类施策，抓紧研究保障优先发电、优先购电执行的措施，统筹做好优先发电优先购电计划规范管理工作。已投资、建设和运营的存量配电网，应由产权所有人向地方能源主管部门申请作为配电网项目业主。
《关于深化电力现货市场建设试点工作的意见》 (发改办能源规[2019]828号)	科学论证电力市场模式。因地制宜、科学合理选择电力市场模式，确保市场模式有良好的开放性、兼容性和可扩展性。 合理选择现货市场价格形成机制。根据各电力现货试点地区的电网结构和阻塞情况，可选择采用节点边际电价、分区边际电价和系统边际电价等价格机制。 建立健全现货市场运营工作制度。市场运营机构应加强相关工作制度建设，不断提升市场运营水平。 建立与现货市场衔接的用电侧电价调整机制。统筹考虑优先发电、优先购电结算情况，以及电力现货市场形成的价格信号，逐步建立完善用电侧价格调整机制。
《关于做好 2020 年电力中长期合同签订工作的通知》 (发改运行[2019]1982号)	抓紧签订 2020 年电力中长期合同。各地主管部门要高度重视 2020 年电力中长期合同签订工作，做好省内和跨省跨区电力中长期交易（含优先发电）合同签订的组织协调。认真分析研究存在问题，组织市场主体开展协商洽谈和集中交易，明确合同细节，尽快在 2019 年末或 2020 年初完成签订工作。 鼓励开展清洁替代交易。落实国家能源清洁化发展战略和节能减排政策，鼓励水电、风电、太阳能发电、核电等清洁能源发电机组替代常规火电机组发电，由高效环保的火电机组替代低效高污染火电机组及关停发电机组发电。 完善中长期市场带电力负荷曲线交易机制。鼓励签约各方自主约定电力负荷曲线或电力负荷曲线形成方式，并在交易合同中明确；探索直接带电力负荷曲线开展平台集中交易，确保发用双方电力负荷曲线一致，促进中长期交易的及时完整交割。

随着电力体制改革工作的开展以及数据中心的发展受到各地重视，陆续有专门针对数据中心通过电力市场直接采购可再生能源电力的政策出台。

表 2 部分数据中心参与电力交易政策汇总

序号	发布日期	发布单位	政策名称	政策简要内容
1	2018、11	国家能源局华北监管局	《京津冀绿色电力市场化交易规则(试行)》	北京、天津、冀北电网的可再生能源发电企业及北京、天津、冀北及雄安符合准入条件的电力用户和京津冀地区的售电公司都可以通过协商、挂牌等市场化方式进行中长期电力交易，推进京津冀地区可再生能源一体化消纳。张家口地区的数据中心可以参与该项市场交易，直接采购绿色电力。
2	2019、2	北京市经济和信息化局、北京市发展和改革委员会、北京市城市管理委员会	《关于开展北京市绿色数据中心(第一批)征集工作的通知》	明确获评为绿色数据中心的企业，可获得北京市电力市场化交易资格。
3	2020、4	浙江省发展和改革委员会、浙江省能源局、国家能源局浙江监管办公室	《2020年浙江省电力直接交易工作方案》(浙发改能源〔2020〕145号)	新纳入信息传输、软件和信息技术服务业行业10千伏及以上电压等级用户可参与售电市场交易。
4	2020、4	福建省工业和信息化厅、国家能源局福建监管办公室、福建省通信管理局	《关于开展大数据中心企业电力市场注册工作的通知》(闽工信函能源〔2020〕195号)	规定全省电网覆盖范围内，运营机柜超过150台的超算中心或数据中心企业中，符合条件的年购电量在1000万千瓦时及以上的用户，可自主选择注册成为批发用户或零售用户，直接向发电企业购电或选择向售电公司购电；其他年购电量1000万千瓦时以下的用户均注册为零售用户，通过售电公司代理购电。

总体上讲，目前电力交易市场的建设仍处于试点摸索阶段，各省电力交易制度和形式均多少有所区别，在试点过程中也存在部分问题。但相信电力交易市场的成熟和完善，以及可再生能源电力价格的下降，将会有效降低数据中心参与电力市场交易的门槛，为数据中心提供了进一步扩大可再生能源电力消费的机遇。

（二）绿色电力证书

绿色电力证书（以下简称“绿证”）是国家对发电企业每兆瓦时非水可再生能源上网电量颁发的具有唯一代码标识的电子凭证，一般由独立的第三方颁发。绿证的购买方，既有权宣称自身使用了绿色能源。2001 年荷兰率先开展了绿证交易。此后，美国、日本、英国、法国、荷兰、瑞典、丹麦、芬兰、瑞士、挪威、意大利、奥地利、比利时、加拿大、澳大利亚等 20 多个国家均实行了绿证交易。

2017 年 1 月国家发改委、财政部、能源局三部委联合发布了《关于试行可再生能源绿色电力证书核发及自愿认购交易制度的通知》（发改能源[2017]132 号），标志着我国绿色电力证书制度正式试行。该通知规定，“绿色电力证书是国家对发电企业每兆瓦时非水可再生能源上网电量颁发的具有独特标识代码的电子证书，是非水可再生能源发电量的确认和属性证明以及消费绿色电力的唯一凭证。从即日起，将依托可再生能源发电项目信息管理系统，试行为陆上风电、光伏发电企业（不含分布式光伏发电，以下同）所生产的可再生能源发电量发放绿色电力证书”，“风电、光伏发电企业通过可再生能源发电项目信息管理系统，依据项目核准（备案）文件、电费结算单、电费结算发票和电费结算银行转账证明等证明材料申请绿色电力证书，国家可再生能源信息管理中心按月核定和核发绿色电力证书”。

按照《绿色电力证书资源认购交易实施细则（试行）》的规定，国家可再生能源信息管理中心依据可再生能源上网电量，通过国家能源局可再生能源发电项目信息管理平台，向符合资格的可再生能源发电企业颁发的具有唯一代码标识的绿色电力证书，即所谓的“绿证”。绿证采取自愿认购交易规则，购买绿证可以视同购买所有电力的可再生能源属性，抵消所用常规电力，但不可以进行二次交易。

“绿证”方式可以使数据中心摆脱限制其无法直接采购可再生能源的各种因素，实现扩大应用可再生能源的目标。但目前，纳入补贴目录的风电、光伏发电项目绿证价格较高。中国绿证目前认购价格的定价机制为认购价格按照不高于证书对应电量的可再生能源补贴金额（包括认购官网价格，或由买卖双方自行协商确定认购价格）。具体



操作上，绿证又可分为风电绿证和光伏绿证，光伏绿证价格高于风电绿证。2019 年，风电绿证平均价格约为 155 元每千度，而光伏绿证则为 750 元千度^[22]。这一价格下，采购绿证给企业带来过高的经济成本压力，严重影响了企业认购绿证的积极性。

《国家发展改革委 国家能源局关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（发改能源〔2019〕19 号文）明确“鼓励平价上网项目和低价上网项目通过绿证交易获得合理收益补偿。风电、光伏发电平价上网项目和低价上网项目，可按国家可再生能源绿色电力证书管理机制和政策获得可交易的可再生能源绿色电力证书（以下简称绿证），通过出售绿证获得收益。国家通过多种措施引导绿证市场化交易”。截至 2020 年 6 月底，我国风电平价项目并网装机约 113 万千瓦、光伏发电平价项目并网装机约 152 万千瓦，2020 年平价项目年发电量约 17.4 亿千瓦时，折算绿证数量约 174 万个，平价绿证核发与交易已基本具备条件^[22]。

此外，财政部、国家发展改革委、国家能源局于 2020 年 1 月联合发布了《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》（财建〔2020〕4 号），明确提出“全面推行绿色电力证书交易。自 2021 年 1 月 1 日起，实行配额制下的绿色电力证书交易（以下简称绿证），同时研究将燃煤发电企业优先发电权、优先保障企业煤炭进口等与绿证挂钩，持续扩大绿证市场交易规模，并通过多种市场化方式推广绿证交易。企业通过绿证交易获得收入相应替代财政补贴”。

预计平价绿证核发后，市场化交易形成的绿证价格将大幅下降。通过采购绿色电力证书的方式实现数据中心用能绿色化可以更快捷、方便、可靠。

（三）分布式可再生能源电站

分布式可再生能源发电遵循因地制宜、清洁高效、分散布局、就近利用的原则，就近发电，就近并网，就近转换，就近消纳，充分利用当地可再生能源资源，同时还有效解决了电力在升压及长途运输中的损耗问题。一定程度上替代和减少了化石能源消费。

目前通过分布式可再生能源电站直接使用可再生能源电力以光伏发电形式为主。依据《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》（国发〔2013〕24 号），通过在用户场地附近建设以在配电系统平衡调节为特征的可再生能源发电设施，以用户侧自发自

^[22] 数据由水电水利规划设计总院提供。

用、多余电量上网方式运行来实施。“自发自用，余电上网”是分布式光伏发电的一种商业模式。其主要的收益来自于“自发自用”部分所节约的电费，以及如果电站产生“余电上网”部分，所带来的电费收益。同时，对于工商业分布式光伏发电项目，国家还给与单独补贴。按国家发改委 2020 年 3 月 31 日发布的《关于 2020 年光伏发电上网电价政策有关事项的通知》(发改价格〔2020〕511 号)，采用“自发自用、余量上网”模式的工商业分布式光伏发电项目，全发电量补贴标准为每千瓦时 0.05 元。

数据中心一般屋顶面积和侧立面面积相对较大，在光照条件较好的地区，完全可以考虑积极开展分布式光伏的建设。

分布式可再生能源发电市场可以视为自建分布式可再生能源发电站的进一步发展。2017 年，国家发改委和国家能源局联合发布《关于开展分布式发电市场化交易试点的通知》(发改能源〔2017〕1901 号)，希望推动分布式可再生能源发电项目单位(含个人)自身不使用该电站所发的电量，而是将其售与同一电压等级的同一区域内同一配电网下电力用户进行电力交易，即所谓的“隔墙售电”。但“隔墙售电”模式受到“过网费”计算问题、电网的消纳许可问题、增量配网试点等问题影响，一直未能获得进展。

2019 年，国家能源局发布了 26 个分布式发电市场化交易试点区域，“隔墙售电”将首先在这些试点区域中实施(见附表 1)。相信随着分布式能源市场化交易试点工作的开展，相关问题将会逐步得到解决。为数据中心企业在自建分布式电站模式之外就近采购可再生能源能力提供了新的可能性。

五、中国数据中心行业进一步扩大可再生能源应用面临的问题

(一) 数据中心行业对扩大可再生能源应用重视程度有所不足

目前可以认为，是数据中心基础设施各分系统技术的进步、计算能力的进步、数据中心设计及管理水平的提高、集约化发展的趋势，以及各地对数据中心能效水平越来越严苛的要求等因素，暂时缓解了数据中心能耗快速增长的趋势。但是，未来快速增长的汹涌的数据洪流需要更高的数据处理能力，而上述这些因素很有可能将无法继续补偿这种情况所带来的更大的能耗需求。数据中心的能耗有极大可能重新进入快速增长的轨道。在经济发展需求和环境友好需求面前，数据中心应用可再生能源或许是最佳解决方案。数据中心

推广应用可再生能源是对未来所做的重要准备。

（二）可再生能源使用量认定机制尚不完善

由于电能自身的特点，电力用户在使用电能时，是无法区分出其能源来源及生产地点。所以目前可再生能源使用量主要靠通过交易方式来认定。但大多数电力用户目前仍然主要以间接应用为主，此种方式下可再生能源的使用量如何认定仍然是一个待解的问题。

（三）可再生能源发电企业参与电力交易积极性波动较大

可再生能源发电企业在现有政策框架下，参与电力交易积极性有所不足。如保障小时按月测算，当部分月份风力较小，在保障小时数以上电量强制结算与差额收益会与发电企业预期利益产生偏差，此时可再生能源发电企业参与交易量及电价波动均较大。

六、对推动中国数据中心进一步扩大可再生能源应用的政策建议

（一）做好顶层设计，完善支持政策

数据中心已成为国家“新基建”的重要组成部分，同时数据中心具有用电负荷稳定，有利于可再生能源消纳的优点。适宜作为可再生能源交易试点对象。建议将数据中心的发展与能源转型、气候变化、可再生能源的发展密切结合，完善相关支持政策。西北、华北、东北、西南等地区可再生能源相对丰富，气候条件也适宜建设数据中心。建议相关主管部门在编制电网基建规划、网络建设规划时对数据中心的需求予以充分考虑。在推动数据中心在地区落地时，建议同步出台鼓励数据中心就近投资可再生能源评价电站的相关政策，这将为数据中心靠近可再生能源生产中心进行建设发挥有力的促进作用。

（二）积极探索中国特色的购电协议制度

RE100 的成员企业通过签署购电协议应用可再生能源电力的形式已占到其可再生能源应用量的三分之一左右^[24]。尤其是虚拟购电协议，进一步放开要求地理位置靠近可再生能源发电项目的限制。在购电协议下，用电企业与发电企业签订一份长期的、约定固定电价的金融合约，在帮助用电企业达成可再生能源使用目标的同时，规避远期电力价格波动所带来的潜在风险。数据中心的用能具有能源需求稳定，规模适中等特点，适于消纳可

^[24]该数据来源为《RE100 Progress and Insights》(2019)。RE100是一个号召企业向100%使用可再生能源转型的全球倡议。

再生能源。建议国家相关主管部门对此种方式进行探讨，选择具备条件的地区开展试点工作，形成具有中国特色的购电协议制度。

（三）适当创新绿证交易制度

建议国家相关主管部门对绿证交易制度做适当创新，仿照直购电交易模式增加双边协商、挂牌交易、集中竞价、撮合交易等交易形式，提高交易活跃度，更好地形成市场广泛接受的价格，进而扩大交易量。

七、对中国数据中心行业进一步扩大可再生能源应用的对策建议

（一）积极参与可再生能源电力市场实践

首先，作为未来可能为数不多的能源消耗量占社会总用电量比例保持持续增长的行业，数据中心企业需要高度认识自身对未来、对国家需要承担的责任。可再生能源电力价格的下降，为数据中心行业进一步扩大可再生能源应用提供了充分的可能性。数据中心企业可尽早对应用可再生能源给与更高的关注，并参考行业经验，结合自身实际，积极进行谋划和布局。同时，电力体制的改革也在不断发展，数据中心企业可组建专门机构跟踪相关进展，及时抓住机遇，积极参与相关市场实践。

（二）积极推动可再生能源应用政策制定

预计未来各行各业对可再生能源的应用均将会更加积极、广泛。数据中心也可主动地参与到电力体制改革的推进以及电力市场的建设过程，由此才能在政策演进的过程中找到数据中心、可再生能源企业以及其他各方的利益平衡点，甚至某些领域的突破点，为数据中心行业扩大可再生能源应用占据有利位置。

（三）积极谋划投资平价可再生能源项目

通常认为，在享受国家补贴情况下，可再生能源发电项目所发电量的可再生能源属性已经不再属于该项目自身，不能用于抵消常规电力。但随着可再生能源发电成本的降低，平价项目（即不享受国家补贴项目）已经具备投资可行性，所发电量也可以通过绿证的方式抵消常规电力。建议数据中心企业积极考虑投资平价可再生能源项目，此种方式将是未来最有效扩大可再生能源应用的方式，也相信此种方式将会为企业带来更好的社会声誉。

八、中国数据中心行业应用可再生能源情况未来展望

（一）国家政策的进一步推动

国家相关主管部门已经充分认识到数据中心推广应用可再生能源的重要性。随着“碳中和”目标的提出，预计积极应用可再生能源的数据中心企业将会获得更多政策的支持和鼓励，从而形成良性的循环，有效带动数据中心行业积极通过各种方式应用可再生能源。

（二）企业社会责任的进一步重视

数据中心行业已经有企业从企业社会责任的角度通过各种方式积极采购可再生能源电力，并已在布局时将可再生能源的因素考虑进去。随着数据中心企业规模的扩大以及实力的提高，相信会有更多企业从企业社会责任角度，扩大对可再生能源的应用。

（三）可再生能源应用便利性的进一步提高

数据中心的电力成本占总运营成本的 80% 以上，所以数据中心行业对于电力价格的变动非常敏感。可再生能源交易制度的逐步完善以及可再生能源价格的逐步下降为数据中心扩大应用提供了广阔的前景。

（四）数据中心行业可再生能源应用规模的进一步扩大

预计中国数据中心行业将会不断扩大对可再生能源的使用，促进可再生能源的发展，在世界上体现出中国数据中心行业在绿色发展道路上所做出的实实在在的努力和贡献。

附表 1 2019 年分布式发电市场化交易试点名单

序号	省（区、市）	试点区域	试点范围	试点区域风电、光伏发电交易规模（万千瓦）	
				总量限额	其中新建
1	湖北	天门市		5	5
2	湖北	荆门市（*）	掇刀区麻城镇	5	4
3	河南	鹤壁市	宝山循环经济产业集聚区	10	10
4	河南	禹州市	绿色铸造陶瓷产业园	20	20
5	河南	兰考县		6	6
6	山西	运城市	河津市	10	10
7	山西	朔州市	山阴县、怀仁县	10	10
8	黑龙江	哈尔滨市	哈尔滨经济技术开发区	5	5
9	天津	天津市宁河区	宁河经济开发区	5	5
10	天津	天津市宁河区（*）	未来科技城潘庄工业区	5	4.5
11	天津	天津市武清区（*）	京津高村科技创新园	5	1
12	江苏	苏州市	苏州工业园区	5	5
13	江苏	常州市（*）	天宁区郑陆工业园	5	0.5
14	江苏	盐城市（*）	现代高端纺织产业区	5	4.8
15	江苏	海门市	余东镇	5	5
16	江苏	江阴市（*）		5	1
17	江苏	泰州市姜堰区（*）	姜堰经济技术开发区	5	4.7
18	宁夏	宁东能源化工基地		9	9
19	河北	保定市	满城区大册营镇	5	5
20	河北	邯郸市	涉县	5	5
21	河北	武安市	西寺庄乡	5	5
22	陕西	榆林市	榆阳区及神木县	5	5
23	陕西	渭南市	合阳县、白水县、大荔县、蒲城县	5	5
24	安徽	池州市	池州经济技术开发区和贵池区	5	5
25	安徽	铜陵市（*）	铜官区	5	2
26	安徽	马鞍山市（*）	雨山区银塘镇	5	4
合计				165	147

备注：

1. 标注“*”的试点区域按照 2020 年底前试点区域交易总量不超过 5 万千瓦，根据就近消纳能力推进落实；
2. 未标注“*”的试点区域按照此表中规模落实消纳能力并组织实施；
3. 新建项目优先纳入交易，在条件成熟后，存量项目可自愿参与交易（同时放弃国家补贴）。